

## PENGOLAHAN AIR BUANGAN INDUSTRI BATIK MENGUNAKAN BIOREAKTOR HIBRID BERMEDIA BIOBALL

Akhmad Aliyuddin dan Putu Wesen  
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur  
e-mail : [Aliyuddin57@gmail.com](mailto:Aliyuddin57@gmail.com)

### ABSTRAK

Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Plastik (bioball) adalah suatu proses pengolahan air limbah secara biologis dengan menggunakan 2 variasi yaitu sistem melekat dan sistem tersuspensi. Media ditujukan untuk tempat melekatnya mikroorganisme agar dapat melakukan proses perkembangbiakan. Penelitian ini menggunakan sistem anaerob dengan variasi yang digunakan adalah waktu tinggal (td), yaitu (12,18,24,30,36)jam dan rasio ketinggian bioball:tersuspensi (0,5:0,5. 0,43:0,57. 0,36:0,64. 0,28:0,72. 0,22:0,78). Parameter yang dianalisa adalah COD, TSS dan Warna. Penelitian didapatkan hasil optimal untuk efisiensi penyisihan COD sebesar 90,99%, TSS sebesar 77,3% dan Warna 61,85% pada waktu tinggal ke-36 jam pada ketinggian 0,36:0,64 dengan rasio resirkulasi 100%.

Kata kunci : Hibrid Anaerob, Limbah Cair Batik, bioball, COD, TSS dan Warna

### ABSTRACT

Plastic Bioprocessor Anaerobic Plastics (bioball) is a biological wastewater treatment process using two variations of embedded system and suspended system. Media is intended to place microorganisms in order to perform the process of breeding. This research uses anaerobic system with variation that used is residence time (td), that is (12,18,24,30,36) clock and height ratio bioball: suspended (0,5: 0,5 0,43: 0, 57. 0.36: 0.64 0.28: 0.72, 0.22: 0.78). The parameters analyzed were COD, TSS and Color. The study obtained optimal results for COD removal efficiency of 90.99%, TSS of 77.3% and Color 61.85% at 36 hours stay time at altitude 0.36: 0.64with 100% recirculation ratio.

Keywords: Anaerobic Hybrid, Liquid Waste Batik, Bioball, COD, TSS and Color

## PENDAHULUAN

Perkembangan dalam bidang industri di Indonesia pada saat ini cukup pesat. Hal ini ditandai dengan semakin banyaknya industri yang memproduksi berbagai jenis kebutuhan manusia seperti industri batik. Seiring dengan pertambahan industri tersebut, maka semakin banyak pula hasil sampingan yang diproduksi sebagai limbah. Limbah batik ini akan menyebabkan pencemaran serius terhadap lingkungan jika kandungan limbah melebihi ambang batas serta mempunyai sifat racun yang sangat berbahaya dan akan menyebabkan penyakit serius bagi manusia apabila terakumulasi di dalam tubuh (Danarto, 2007).

Sejak dicanangkan hari batik nasional pada tanggal 2 Oktober 2009 omset pengusaha batik naik hingga 50% (Suhendra, 2009). Berdasarkan data Kementerian Perindustrian, pada tahun 2010 jumlah konsumen batik tercatat 72,86 juta orang (kompas, 2011). Meningkatnya permintaan dan pembelian batik berdampak pada tumbuh dan berkembangnya sentra – sentra industri batik di berbagai daerah di Indonesia baik skala mikro maupun makro sehingga menyebabkan menjamurnya pabrik di lingkungan masyarakat. Keberadaan pabrik atau home industri ini mempunyai dampak positif dan negatif bagi lingkungan. Berdasarkan penelitian Purwaningsih (2008), proses pembatikan secara garis besar terdiri dari pemolaan, pembatikan tulis, pewarnaan/pencelupan, pelodoran/penghilangan lilin, dan penyempurnaan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Air Limbah Batik

Air limbah adalah cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat – tempat umum lain yang mengandung

bahan – bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta mengganggu kelestarian lingkungan (Metcalf & Eddy, 2003).

Industri adalah kumpulan dari perusahaan-perusahaan yang menghasilkan barang-barang yang homogen, atau barang-barang yang mempunyai sifat salingmengganti yang erat (Hasibuan, 1993). Sedangkan menurut Dumairy (1995) istilah industri mempunyai dua arti. Pertama, industri dapat berarti himpunan perusahaan-perusahaan sejenis. Dalam konteks ini sebutan industri Batik, misalnya, berartihimpunan atau kelompok perusahaan penghasil batik. Kedua, industri dapat pula merujuk ke suatu sektor ekonomi yang di dalamnya terdapat kegiatan produktif yang mengolah bahan mentah menjadi barang setengah jadi atau barang jadi.

Menurut Djumena (1990) seni batik adalah salah satu kesenian khas Indonesia yang telah sejak berabad-abad lamanya hidup dan berkembang, sehingga merupakan salah satu bukti peninggalan sejarah budaya bangsa Indonesia. Banyak hal yang dapat terungkap dari seni batik, diantaranya adalah latar belakang kebudayaan, kepercayaan, adat istiadat, sifat, tata kehidupan, lingkungan alam, cita rasa, tingkat ketrampilan dan lain-lain. Pada dasarnya, batik termasuk salah satu jenis seni lukis. Bentuk-bentuk yang dilukiskan diatas kain tersebut disebut dengan ragam hias. Ragam hias yang terdapat pada batik pada umumnya berhubungan erat dengan beberapa faktor, antara lain letak geografis, adat istiadat, dan kondisi alam. Pulau Jawa merupakan pusat batik di Indonesia. Daerah-daerah seperti Pekalongan, Yogyakarta, Surakarta, Garut, Indramayu, Banyumas dan Madura merupakan sentra

penghasil batik yang terkenal di Indonesia. Sesuai dengan perkembangan jaman batik juga mulai berkembang jenisnya, yang awalnya hanya berupa batik tulis sekarang sudah terdapat banyak batik, antara lain adalah batik ikat celup, batik cap, batik printing dan batik sablon.

### Kandungan Air Limbah

#### 1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang sangat penting dari air limbah adalah kandungan total solid yang tersusun dari zat terapung, zat suspensi, zat koloidal dan zat dalam larutan, karakteristik yang lain termasuk bau, temperatur dan warna.

#### 2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia air limbah meliputi :

- 1) Zat organik, termasuk di dalamnya adalah protein, karbohidrat, lemak, fenol, pestisida dan surfactan.
- 2) Zat anorganik, termasuk di dalamnya adalah pH, klorida, alkali, nitrogen, sulfur dan lain-lain.
- 3) Karakteristik Biologi; Adanya mikroorganisme dalam air limbah baik yang bersifat patogen maupun non patogen. Organisme patogen biasanya menimbulkan penyakit gastrointestinal seperti typhoid dan paratyphoid, fever, disentri, kolera dan lain-lain.

### Pengolahan Limbah Secara Biologis

Pengolahan limbah secara biologis dibagi menjadi 2 proses utama, yaitu Proses aerob dan anaerob. Pemilihan kedua proses tersebut didasarkan pada jumlah bahan organik terlarut dalam air limbah.

#### 1. Proses Aerob

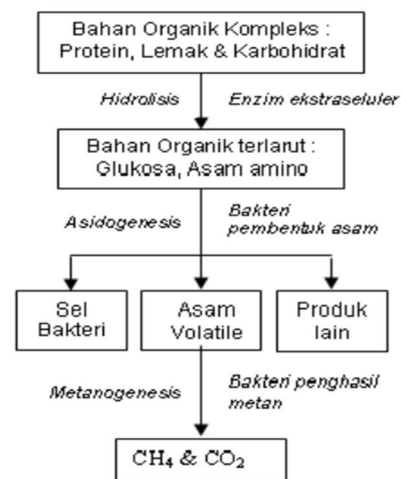
Pengolahan limbah cair secara aerob adalah memanfaatkan aktivitas mikroorganisme atau metabolisme sel untuk menurunkan atau menghilangkan substrat tertentu, terutama senyawa –

senyawa organik biodegradable yang terdapat dalam limbah cair.

#### 2. Proses Anaerob

Proses pengolahan biologis secara anaerob adalah merupakan proses biologis yang membutuhkan bakteri (mikroorganisme) anaerob yang tidak membutuhkan  $O_2$  bebas. Proses anaerob pada dasarnya dipengaruhi oleh pH dan temperatur lingkungan.

Pada proses anaerob, penguraian senyawa organik berlangsung secara bertahap dan pada setiap tahapan terdapat aktivitas suatu jenis bakteri tertentu yang dominan dan setiap jenis bakteri mempunyai kondisi lingkungan optimum yang menjadi salah satu parameter penting. Sesuai dengan tahapan-tahapan tersebut, masing-masing proses yang terjadi dalam proses degradasi anaerobik adalah sebagai berikut :



Gambar 1 Degradasi Anaerobik Senyawa Organik

Tahapan – tahapan dalam proses degradasi anaerob sebagai berikut :

#### 1) Proses Hidrolisis

Pada proses hidrolisis ini, aktivitas kelompok bakteri Saprofilik menguraikan bahan organik kompleks. Aktivitas terjadi karena bahan organik tidak larut seperti polisakarida, lemak,

protein dan karbohidrat akan dikonsumsi bakteri Saprofilik, dimana enzim ekstraseluler akan mengubahnya menjadi bahan organik yang larut dalam air.

## 2) Proses Asidogenesis

Pada proses ini, bahan organik terlarut akan diubah menjadi asam organik rantai pendek seperti asam butirat, asam propionat, asam amino, asam asetat dan asam-asam lainnya oleh bakteri Asidogenik.

## 3) Proses Metanogenesis

Proses Metanogenesis adalah proses dimana bakteri Metanogenik akan mengkonversi asam organik volatil menjadi gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dalam (Indriyati, 2007).

## Penanganan Air Limbah Batik

Variasi rasio ketinggian sistem terlekat terhadap ketinggian sistem tersuspensi dalam penyisihan senyawa organik menggunakan bioreaktor hibrid dengan kombinasi 1/3 bagian merupakan sistem tersuspensi dan 2/3 bagian merupakan sistem terlekat menghasilkan efisiensi penyisihan substrat sebesar 80% (Mindriany Syafila, 2003).

Menurut Romayanto, Muhammad dan Wiryanto (2006) penanganan limbah batik dengan aerasi dan penambahan bakteri pseudomonas putida menyatakan bahwa penurunan parameter BOD sebesar 89,19% dan TSS dalam air limbah batik tersebut sebesar 90,77%.

Menurut Ratna Stia Dewi, Sri Lestari (November, 2010) menyatakan bahwa telah melakukan dekolorisasi limbah batik tulis menggunakan jamur *Indogenous* hasil isolasi didapat persentase dekolorisasi 60,520 – 82,421 %. Kemudian menurut Okid Parama Astrin, Kusumo Winarno (April, 2000) telah melakukan proses pengolahan limbah batik tulis menggunakan peran

*Pseudomonas* dan Khamir dapat menurunkan kandungan BOD sebesar 89,67 – 91,63 %, COD sebesar 79,0 – 84,13 %, TSS sebesar 82,21 – 95,16 %, Lemak dan Minyak sebesar 80,87 – 100 %, dan penurunan Fenol hingga 100 %. Mindriany Syafilla (2003) di peroleh hasil penurunan COD sebesar 55% dengan waktu sampling 30 jam. Nur Aini Iswati (2013) di peroleh penurunan COD sebesar 44,66% dengan waktu sampling maksimal 24 jam. Tri Widjaja (2009) dapat menurunkan COD sebesar 74,4% - 87,8% dengan waktu sampling maksimal 24 jam.

## Biofilter

Berdasarkan pertumbuhan mikroorganisme yang berperan dalam penguraian substrat, bioreaktor dapat dikelompokkan menjadi dua yakni reaktor pertumbuhan tersuspensi (*suspended growth reactor*) dan reaktor dengan bidang melekat (*attached growth reactor*). Di dalam reaktor biologis dengan biakan tersuspensi dalam fase cair, sedangkan pada reaktor dengan biakan melekat, mikroorganisme tumbuh dan berkembang diatas suatu media pendukung dengan membentuk lapisan biofilm (Said, 2000).

Bioreaktor dengan biakan melekat atau biofilter sebagai tempat pertumbuhan mikroorganisme yang merupakan reaktor pertumbuhan melekat (*attached growth reactor*). Media penyangga dapat berupa kerikil, pasir, plastik, dan partikel karbon aktif yang didalam operasinya dapat terendam sebagian atau seluruhnya, atau hanya melewati air saja. Struktur reaktor biofilter mempunyai saringan (*filter*) yang terdiri susunan atau tumpukan dan granular yang disusun secara teratur maupun acak dalam reaktor. Fungsi media adalah tempat tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme yang terlibat langsung dalam pengolahan air

limbah. Mikroorganisme ini akan melapisi permukaan media membentuk lapisan massa yang tipis yang disebut biofilm.

Biofilter Anaerob dengan Resirkulasi Tujuan dari adanya resirkulasi air limbah hasil proses tersebut diharapkan air limbah awal terjadi proses pengenceran supaya proses pada biofilter tidak memberatkan mikroorganisme dalam mendegradasi kandungan pencemar dalam limbah batik dan hasilnya dapat memenuhi standart baku mutu limbah batik.

## METODOLOGI

### Peralatan dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan proses biofilm, yakni melekat mikroorganisme pada media. Tahapan awal yang dilakukan yakni Melakukan persiapan bak penampung limbah serta reaktor anaerob dengan ukuran 26 liter dan media bioball dalam reaktor. Pemasangan pipa dan valve. Pemasangan media plastik (Bioball) dilakukan secara berangkai dengan spesifikasi dimensi bed yang telah ditentukan serta jumlah media yang telah direncanakan. Setelah semua selesai barulah dilakukan proses seeding kemudian proses aklimatisasi untuk penyesuaian pada mikroorganisme sebelum pelakuan running.

Tabel 1. Spesifikasi Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Plastik (bioball)

Alat	Keterangan
Dimensi Reaktor	- Lebar = 21 cm - Panjang = 26 cm - Tinggi = 78 cm - Volume = 42.58 L

## Prosedur Penelitian

### 1. Seeding

Pada saat baru dipasang, media plastik (bioball) pada biofilter belum ada mikroorganisme yang menempel pada permukaan media. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangbiakan mikroorganisme melekat pada media.

Proses seeding dilakukan secara alami dengan memberikan bibit organisme dari limbah buatan, dengan penambahan nutrisi beserta aktivator bioHS kedalam reaktor.

### 2. Aklimatisasi

Aklimatisasi dilakukan dengan cara mengganti secara bertahap air limbah penampungan hasil seeding dengan limbah air batik asli. Penggantian dilakukan dimulai dengan perbandingan 10 % air dengan limbah 90 % dalam bak penampungan. Penggantian dilakukan secara bertahap sampai penggantian 100 %. Proses aklimatisasi diberhentikan pada saat efisiensi penyisihan COD telah stabil dan limbah yang tergantikan telah 100% air limbah batik.

Setelah proses aklimatisasi telah selesai yang diindikasikan dengan pergantian limbah penampungan dengan limbah air batik telah mencapai 100 % dan efisiensi penyisihan COD pada saat aklimatisasi relatif stabil, maka pengoperasian secara kontinyu dapat dilakukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

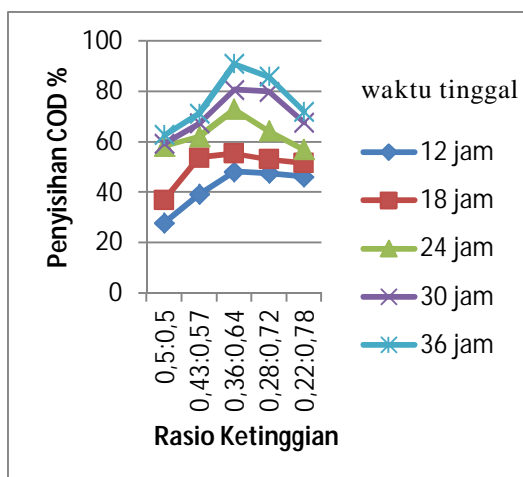
Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah air limbah industri batik Desa klampar, Pamekasan, Madura.

Pada proses pertumbuhan mikroorganisme pada biofilter anaerob bermedia plastik (bioball) ditandai dengan munculnya lapisan mikroorganisme (biofilm) pada

permukaan media plastik (bioball) serta pada dinding – dinding reaktor biofilter. Setelah dianggap sudah cukup tebal lalu di lakukan proses aklimatisasi.

Aklimatisasi bertujuan untuk mengadaptasikan mikroba yang terbentuk dengan limbah yang akan diolah. Hal ini dilakukan untuk melihat kestabilan mikroorganisme pada proses pembenihan (seeding) dan aklimatisasi pada reaktor tipe Fixed bed (Indriyati, 2003).

Hasil analisa penurunan parameter organik Chemical Oxygen Demand (COD) air limbah batik menggunakan Hibrid Anaerob bermedia plastik (bioball) dengan variasi waktu tinggal 12, 18, 24, 30, 36 jam setelah diproses diperoleh hasil penurunan kandungan organik yang semakin baik.



Gambar 2 Hubungan antara penyisihan COD% dengan rasio ketinggian pada berbagai waktu tinggal

Pengaruh rasio ketinggian terhadap waktu tinggal persentase penyisihan COD. Penyisihan COD mengalami peningkatan pada waktu tinggal dengan rasio ketinggian 0,36:0,64 dan mengalami penurunan penyisihan pada ketinggian 0,28:0,72 dan 0,22:0,78.

Pada waktu tinggal kontak dengan rasio ketinggian 0,5:0,5, COD awal sebesar 2903 mg/l dan hasil COD akhir sebesar

2097 mg/l efektifitas removal yaitu 27,76%. Untuk efektifitas yang lebih baik pada ketinggian 0,5:0,5 yaitu sebesar 62,79% dengan COD awal 2903 mg/l dan hasil COD akhir sebesar 1080 mg/l.

Pada ketinggian 0,43:0,57, persentase penyisihan COD mengalami peningkatan penyisihan COD. Untuk nilai persentase penyisihan COD paling rendah sebesar 39,13% dengan COD awal sebesar 2300 mg/l dan hasil COD akhirnya sebesar 1065 mg/l. Sedangkan untuk efektifitas paling tinggi persentase penyisihan COD sebesar 71,30% dengan COD awal sebesar 2300 mg/l dan COD akhir sebesar 660 mg/l.

Pada rasio ketinggian 0,36:0,64, persentase penyisihan COD mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan saat rasio ketinggian 0,43:0,57, hal ini disebabkan karena pada saat awal operasi terlihat, bahwa persentase penyisihan COD relatif meningkat, namun seiring dengan bertambahnya waktu operasi, efisiensi penyisihan semakin meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa mikroorganisme berada pada fase eksponensial dimana pertumbuhan bakteri semakin meningkat.

Untuk rasio ketinggian 0,28:0,78 sampai dengan 0,21:0,78, persentase penyisihan COD mengalami penyisihan namun tidak signifikan. Hal ini disebabkan tidak kestabilan operasi terjadi setelah rasio ketinggian 0,36:0,64 mikroba mulai lepas dari media dikarenakan pengurangan media bioball dan sistem buka tutup, sedemikian rupa sehingga menghambat kontak mikroba dengan limbah cair sehingga persentase penyisihan COD relatif menurun.

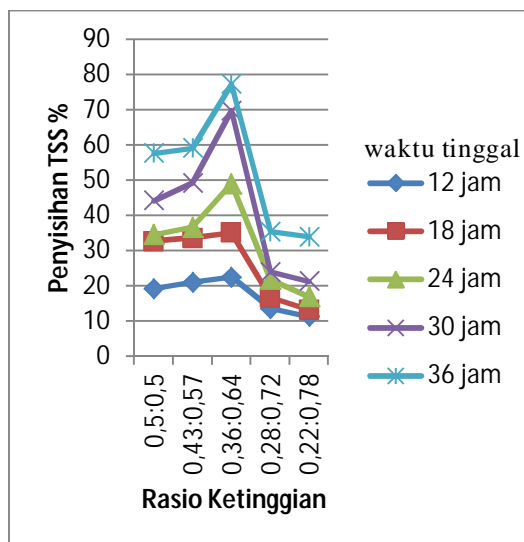
Saat rasio ketinggian 0,28:0,72, nilai persentase penyisihan COD terbesar yaitu 85,93% dengan COD awal sebesar 4480 mg/l dan didapat hasil COD

akhirnya sebesar 630 mg/l selisih banyak dari rasio ketinggian 0,22:0,78 sebesar 72,01% dengan COD awalnya sebesar 2787 mg/l dan didapat COD akhir sebesar 780 mg/l.

Sedangkan untuk nilai persentase paling baik saat ketinggian 0,36:0,64 yakni sebesar 90,99% dengan COD awal sebesar 2220 mg/l dan hasil COD akhir sebesar 200 mg/l.

Menurut Indriyati dalam penelitian Amri (2015), bahwa peningkatan efisiensi penyisihan bahan organik sejalan dengan peningkatan waktu hidraulik, hal tersebut disebabkan semakin panjang waktu kontak antara bahan organik dengan bakteri di biofilm, semakin banyak pula kesempatan bakteri untuk mempergunakan bahan organik untuk metabolis tubuhnya.

Pada penelitian kandungan Total Suspended Solid (TSS) untuk air limbah batik dengan kandungan cukup tinggi.



Gambar 3 Hubungan antara penyisihan TSS% dengan rasio ketinggian pada berbagai waktu tinggal

Rasio ketinggian bioball:tersuspensi berpengaruh terhadap konsentrasi TSS dimana dalam proses HibridAnaerobic

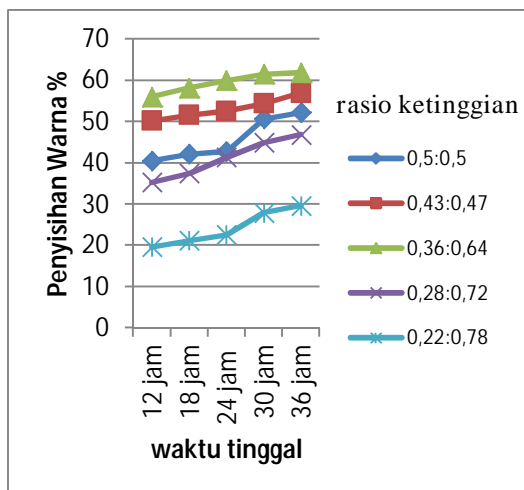
juga berperan penting dalam mengurai bahan organik pada air limbah. Oleh karena itu variasi konsentarsi TSS diperlukan untuk menentukan nilai maksimal pada proses pengolahan limbah batik menggunakan HibridAnaerobic selain waktu tinggal pengaruh variasi ketinggian bioball:tersuspensi terhadap penyisihan TSS ditampilkan pada gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan tingkat penyisihan yang sama dengan penyisihan COD. Penyisihan TSS dengan memvariasikan ketinggian bioball:tersuspensi, diperlukan untuk menentukan nilai maksimal dari proses pengolahan limbah batik menggunakan Hibrid Anaerobic.

Sesuai dengan grafik 3 pengaruh konsentrasi TSS terhadap persentase penyisihan kandungan TSS menunjukkan bahwa semakin singkat waktu tinggal dari proses Hibrid Anaerobic maka persentase penyisihan TSS semakin kecil. Persentase penyisihan kandungan TSS terbesar terletak pada ketinggian 0:36,0,64 120 mg dengan waktu tinggal 36 jam nilai penyisihan sebesar 77,35%. Sedangkan persentase penyisihan terendah 830 mg dengan waktu tinggal 12 jam dan nilai penyisihan sebesar 11,32%.

Apabila ditinjau dari waktu tinggal dan variasi ketinggian pada penelitian ini belum memenuhi standart baku mutu air limbah batik (tekstil) menurut SK. Gubernur Jatim nomor 72 tahun 2013, penyisihan TSS terbesar teletak pada ketinggian 0,36:0,64 dengan waktu tinggal 36 jam sebesar 120 mg (77,35%). Sedangkan standar baku mutu untuk TSS sebesar 50 mg.

Pada penelitian kandungan warna untuk air limbah batik kandungan limbah cukup tinggi.



Gambar 4 Hubungan antar penyisihan warna% dengan Waktu tinggal pada berbagai rasio ketinggian.

Bahwa pada waktu tinggal 12 jam sampai 36 jam rata – rata terjadi peningkatan persentase penyisihan warna namun dalam ketinggian 0,28:0,72 dan 0,22:0,78 mengalami presentase penyisihan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa terjadi penyisihan warna oleh mikroorganisme dan penyisihan warna yang berasal dari Suspended Solid (SS) dengan pengendapan pada reaktor HibridAnaerobic.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada reaktor Hibrid Anaerobic untuk menurunkan penyisihan warna pada limbah batik (tekstil) menunjukkan persentase penyisihan warna terendah sebesar 19,64 % - 61,83 %. Persentase 61,83 % terjadi pada konsentrasi 577 PtCo dengan waktu tinggal 36 jam, sedangkan persentase 19,64 % terjadi pada konsentrasi 1215 PtCo dengan waktu tinggal tersingkat 12 jam. Kecilnya persentase warna disebabkan karena warna mempunyai sifat tahan terhadap degradasi biologi.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi perubahan warna dan waktu tinggal sangat mempengaruhi

persentase penyisihan warna. Dimana semakin kecil konsentrasi warna dan semakin lama waktu tinggal maka persentase penyisihan warna semakin meningkat, begitupun sebaliknya. Waktu tinggal semakin lama dan konsentrasi warna yang semakin kecil ini mengakibatkan terjadinya pengendapan yang cukup lama sehingga mikroorganisme dapat mendegradasi warna dengan mudah dan menghasilkan effluent yang aman bagi lingkungan.

Penyisihan warna secara biologi dengan menggunakan proses anaerobik juga dilaporkan oleh beberapa penelitian Bhattacharya,dkk dalam Setyobudiharso (2012) menggunakan zat warna buatan yang dapat larut dalam air, diperoleh penyisihan warna sebesar 30% - 50%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian reaktor Hibrid Anaerobic ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pengolahan limbah cair batik menggunakan Hibrid Anaerob yang dioperasikan secara batch pada waktu tinggal 36 jam dan rasio ketinggian 0,36:0,64 mampu menurunkan COD dengan efisiensi penyisihan sebesar 90,99% kemudian mampu menurunkan TSS dengan efisiensi penyisihan sebesar 77,35% dan mampu menurunkan warna dengan efisiensi penyisihan sebesar 61,83%.
2. Semakin lama waktu tinggal maka akan semakin lama waktu kontak antara limbah dengan biofilm sehingga proses degradasi akan berjalan semakin baik.
3. Hasil pengolahan limbah cair batik menggunakan Hibrid Anaerob belum memenuhi standart baku mutu surat keputusan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013.



Hal yang perlu diperhatikan dalam penelitian sebagai berikut:

1. Penurunan COD, TSS, dan Warna belum memenuhi standart baku mutu, sehingga disarankan perlu waktu tinggal yang lama dengan pengolahan lanjutan aerob untuk lebih meningkatkan efisiensi pengolahan limbah cair batik, sehingga dapat menurunkan kadar COD, TSS, Warna agar sesuai dengan standart baku mutu yang telah ditetapkan.
2. Penambahan waktu tinggal lebih dari 36 jam untuk melihat persentase penurunan kandungan organik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto Ahmad, dkk (2011),  
Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Produksi Biogas Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob bermedia Cangkang Sawit, ISSN 1693-4392
- Amri, Khusnul. (2014), "Pengolahan Air Limbah Menggunakan Biofilter Anaerobik Bermedia Plastik (Bioball)", Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- Anonim, (2014). "Baku Mutu Air Limbah". Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Thn. 2014.
- Anonim. (2013), "Baku Mutu Air Limbah Industri". Peraturan Gubernur Jawa Timur, No. 72, Thn. 2013.
- Indriyati, (2003), Proses Pembenihan (Seeding) dan Aklimatisasi Pada Reaktor Tipe Fixed Bed, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.
- Indriyati, (2005), Pengolahan Limbah Cair Organik secara Biologi Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam, pusat Pengkajian dan penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT.
- Indriyati, (2007), Unjuk Kerja Reaktor Anaerob Lekat Diam Terendam dengan Media Penyangga Potongan Bambu, Pusat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan.
- Julika Sitinjak, Janwarisman Purba, Fatimah, (2014), Pengaruh Penambahan Trace Metal Fe terhadap penyisihan kandungan padatan limbah cair kelapa sawit menggunakan reaktor Hibrid Anaerob Sludge Blanket, Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 3, No1
- Metcalf and Eddy, (2003), Waste Water Engineering Treatment Disposal Reuse, Fourth Edition. McGraw-Hill, Inc. New York, St Fransisco, Auckland.
- Mindriany Syafila, dkk (2003), "Kinerja Bioreaktor Hibrid Anaerob dengan Media Batu untuk Pengolahan Air Buangan yang Mengandung Molase" PROC. ITB Sains & Tek. Vol 35 A, No 1 hal 19-31.
- Petunjuk Praktikum Analisa Pencemaran Lingkungan, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

- Reja Framika, (2014), Penyaringan Horizontal sebagai pelengkap bangunan instalasi pengolahan air limbah batik, e-Jurnal Matriks Teknik Sipil, Vol. 2 No.2
- Samduro, Ragil. Teguh. (2013),” Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Sistem Anaerobic Baffle Reaktor (ABR)”, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional ”Veteran” Jawa Timur.
- Said, Nusa.I, (2000), Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup, Jurnal Teknologi Lingkungan Vol.1.